

Jere Vähätupa

SAMK TEKNIikka RAUMAN
KIINTEISTÖNHALLINTAJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU

Tietotekniikan koulutusohjelma
Tietologistiikan suuntautumisvaihtoehto
2012

SAMK TEKNIikka RAUMAN KIINTEISTÖNHALLINTAJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU

Vähätupa, Jere
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Tietotekniikan koulutusohjelma
Kesäkuu 2012
Ohjaaja: Kompuinen, Ritva
Sivumäärä: 40
Liitteitä: 2

Asiasanat: KNX, väylätekniikka, kiinteistöautomaatio

Tässä opinnäytetyössä tehtiin suunnitelmat Satakunnan ammattikorkeakoulun Tekniikka Rauman yksikköön etäkäytön mahdollistavasta kiinteistönhallintajärjestelmästä. Järjestelmältä haluttiin etäkäytön lisäksi pääasiallisesti valaistuksen ohjausta ja valvontaa sekä lämpötilan mittausta.

Työn teko aloitettiin järjestelmän valinnalla, joka tehtiin kartoittamalla, mikä järjestelmä parhaiten täyttäisi vaatimukset. Kartoituksessa päädyttiin KNX-järjestelmään, joka täytti kaikki vaatimukset. Järjestelmän ominaisuudet ovat hyvin monipuoliset ja saatavuus on hyvä. Tärkeitä syitä olivat myös laajennettavuus ja standardisointi.

Tämän jälkeen aloitettiin suunnitelmien laatiminen järjestelmän laajuudesta ja toteutustavasta. Suunnitelmien pohjalta komponenttien määrät ja tyypit saatiin selvitettyä ja kustannuslaskelmat tehtyä. Toteutussuunnitelmissa kiinnitettiin erityistä huomiota järjestelmän joustavuuteen ja laajennettavuuteen. Työssä keskityttiin pääasiassa KNX-järjestelmään, suunnitelmiin ja toteutusratkaisuihin.

Joustavuuden ja laajennettavuuden huomioiminen suunnittelussa mahdollistaa järjestelmän toteuttamisen missä tahansa laajuudessa joko kerralla tai tulevaisuudessa laajentaen. Tämän johdosta työ voisi toimia mahdollisesti myös muiden KNX-järjestelmien toteutuksien apuna.

Tuloksina työstä saatiin Tekniikka Rauman yksikön KNX-järjestelmän kustannusarvio ja toteutussuunnitelma. Toteutussuunnitelma sisältää pohjakuvat kaapeloinnin ja laitteiden osalta sekä laiteluettelot.

BUILDING AUTOMATION DESIGN FOR SAMK, FACULTY OF TECHNOLOGY RAUMA

Vähätupa, Jere
Satakunta University of Applied Sciences
Degree Programme in Information Technology
June 2012
Supervisor: Kompuinen, Ritva
Number of pages: 40
Appendices: 2

Keywords: KNX, bus system, building automation

The purpose of this thesis was to create a design for a building automation system which permits remote control over the internet. This design is executed for Satakunta University of Applied Sciences' Faculty of Technology in Rauma. Main requirements of the system, in addition to remote controlling, were lighting control and temperature measurements.

The basis for the design was created by defining the system requirements. Comparison of several systems was made and the KNX system turned out to match all of the requirements. The KNX system has many features, it is very flexible and the availability of components is good. Other important advantages of the system are standardization and the fact it can be readily expanded.

Design of the system plans started by defining the extent of the system and the method of implementation. From these plans, quantity and types of components were clarified and cost estimates could be done. Flexibility and expandability were of special concern when design plan was made. In this thesis, mainly KNX system, design plans and implementation solutions are covered.

By paying special attention to flexibility and expandability in designing phase, it is possible to implement system in any extent. This also may make it possible to use this thesis as a starting point for any other KNX implementations.

As result, cost estimates and design plans of KNX system for SAMK's Faculty of Technology in Rauma were made. Design plans consist of component lists and floor plans with cabling and components.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	KIINTEISTÖN HALLINTAJÄRJESTELMIEN VERTAILU.....	8
3	KNX-JÄRJESTELMÄ.....	9
3.1	Historia.....	9
3.2	Rakenne.....	9
3.3	Tiedonsiirto.....	11
3.3.1	Väyläkaapelointi siirtotienä.....	11
3.3.2	Radiotaajuus siirtotienä.....	12
3.3.3	Sähköverkko siirtotienä.....	12
4	KÄYTTÖSOVELLUTUKSET JA EDUT.....	14
4.1	Valaistus.....	14
4.2	Lämpötila.....	14
4.3	Turvallisuus.....	15
4.4	Multimedia.....	15
5	TEKNIikka RAUMAN YKSIKÖN KNX-JÄRJESTELMÄ.....	16
5.1	Ratkaisuvaihtoehdot.....	16
5.2	Toteutussuunnitelma.....	19
5.3	Järjestelmän komponentit.....	21
5.3.1	KNX-virtalähde 640 mA (SV/S30.640.5, 2815186).....	21
5.3.2	KNX-linjayhdistin (LK/S4.1, 2815147).....	22
5.3.3	LAN-gateway (IPS/S2.1, 2815133).....	23
5.3.4	Kytkintoimilaite 4 x 10A (SA/S4.10.1, 2815167).....	23
5.3.5	Termostaatti (6108/03-500, 2815326).....	24
5.3.6	KNX-painiketaulu (6127/01-84-500, 2815358).....	25
5.3.7	USB-portti (USB/S1.1, 2815196).....	26
5.4	Komponenttitarpeet ja kustannukset.....	27
6	KNX-JÄRJESTELMÄN KOMPONENTTEJA.....	29
6.1	Binääritulo.....	29
6.2	Analogiatulot ja -lähdöt.....	30
6.3	I/O-yksiköt.....	30
6.4	Valontunnistin.....	30
6.5	Läsnäolo- ja liiketunnistin.....	30
6.6	Muita komponentteja.....	30
7	TOTEUTUS.....	32

7.1	Valmistelut.....	33
7.2	Asennus.....	34
7.3	Testaus	35
7.4	Ohjelmointi	35
7.5	Etäkäyttö	36
7.6	Tietoturva.....	37
8	YHTEENVETO JA PÄÄTELMÄT.....	38
	LÄHTEET.....	40
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä kartoitettiin etähallinnan mahdollistavia kiinteistönhallintajärjestelmiä Satakunnan ammattikorkeakoulu Tekniikka Rauman yksikön tarpeisiin. Kartoituksen perusteella KNX-järjestelmä valikoitui parhaiten ratkaisun tarpeet ja ominaisuudet täyttäväksi järjestelmäksi. Tarpeet keskittyivät lähinnä valaistuksen etäohjaukseen ja -valvontaan. Toinen haluttu ominaisuus oli lämpötilan mittaus tiettyihin tiloihin.

Laitteiston kartoituksen yhteydessä järjestelmän laajuudesta tehtiin suunnitelmat, joiden pohjalta laadittiin toteutusvaihtoehdot. Tämän jälkeen komponenttien määrät ja tyypit valittiin. Toinen vaihtoehtoista kattaa kaikki kiinteistön tilat, joihin olisi mahdollisesti tarvetta saada etähallintamahdollisuus. Toinen on suppeampi käsittäen vain opetuskäytössä olevat tilat. Päädytään sitten toteuttamaan kaikki tilat, opetuskäyttöön tarkoitetut tilat tai jotain muuta, järjestelmän laajennus tulee olemaan tulevaisuudessa helppoa. Laitteiden sijoituksista on myös eri vaihtoehtoja kaapelointivaatimuksista johtuen.

Työssä keskityttiin pääasiassa KNX-järjestelmään, suunnitteluun, kustannusarvioon ja toteutusratkaisujen tekoon. Suunnittelussa perehdyttiin verkkorakenteisiin, tiedonsiirtotapoihin, kaapelointiin ja järjestelmän komponentteihin. Suunnittelun pohjalta syntyi kustannusarviot ja toteutusratkaisut. Myös KNX-järjestelmän ohjelmointiin tutustuttiin.

Työstä saatiin käyttöön Satakunnan ammattikorkeakoulun Tekniikka Rauman yksikön kattava KNX-järjestelmän suunnitelma. Suunnitelmat koostuvat pohjakuvista, joista selviää laitteet ja kaapelointi. Myös laiteluettelot eri toteutustavoille hintoineen saatiin käyttöön.

KNX-väylätekniikka on standardisoitu järjestelmä (ISO/IEC 14543-3). Tämä takaa sen, että kaikkien valmistajien tuotteet ovat yhteensopivia keskenään. Yhteensopivuutta sekä standardisointia hallitsee Konnex Association (www.knx.org). KNX perustuu EIB-, BatiBUS- ja EHS-järjestelmiin. Järjestelmän tyypillisiä käyttökohteita ovat valaistus, ilmastointi, ilmanvaihto, lämmitys, paloilmoitus, kulunvalvonta ja rikosilmoitus. KNX-järjestelmässä laitteiden välillä tietoa siirretään pääasiassa parikaapelissa, muita siirtoteitä ovat radiosignaalit sekä sähköverkko. (ABB Oy:n [www](http://www.abb.fi)-sivut 2012.)

2 KIINTEISTÖN HALLINTAJÄRJESTELMIEN VERTAILU

Vertailtaessa markkinoilla olevia eri järjestelmiä oli helppo huomata, että monet niistä ovat tarkoitettu koteihin tai pienkiinteistöihin. Lisäksi paljon eroja oli myös etäkäyttömahdollisuuksissa sekä järjestelmien joustavuudella.

Useat järjestelmät ovat keskuksellisia ja vaativat tähtikytkennän, joten ne eivät kaapeloinnin hankaluuden vuoksi sovellu tähän tarkoitukseen. Osassa järjestelmiä etäkäyttöä ei ole tai se perustuu vain tekstiviestiohjaukseen ja -ilmoituksiin. Tällaiset järjestelmät eivät myöskään tulleet kysymykseen. Edellä mainitut perusteet johtivat siihen, että KNX-järjestelmä vaikutti sopivalta ratkaisulta.

3 KNX-JÄRJESTELMÄ

3.1 Historia

KNX perustuu EIB-väylätekniikkaan (European Installation Bus). EIB-väylätekniikka kehitettiin 1990-luvun alussa. Tämä johtui suurelta osin suuremmista vaatimuksista mitä asetettiin sähköasennusten turvallisuuteen, joustavuuteen, mukavuuteen ja energiankulutuksen minimointiin. KNX-yhdistys ja standardisoitu järjestelmä syntyi EIB-, BatiBUS- ja EHS-järjestelmien yhteenliittymästä. KNX täyttää standardien ISO/IEC (14543), CENELEC (EN50090) ja CEN (13321) vaatimukset. KNX:n tavaramerkki takaa eri valmistajien komponenttien yhteensopivuuden ja laadukkuuden. KNX-yhdistys takaa laitteiden yhteensopivuuden ja sen, että ne noudattavat niitä vaatimuksia, joita standardit asettavat. (Piikkilä, Liukku & Parviainen, 2006, 4, 10.)

3.2 Rakenne

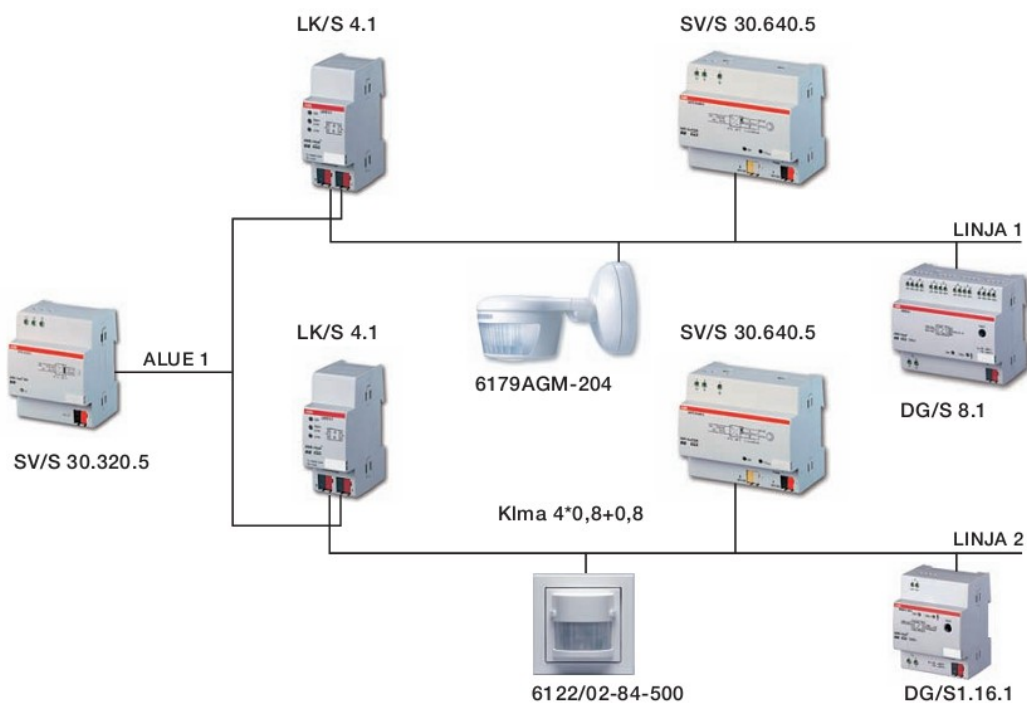
Järjestelmä koostuu linjoista ja alueista. Yhteen linjaan voidaan kytkeä 64 laitetta ja linja voidaan jakaa neljään linjasegmenttiin. Alueet, linjat ja linjasegmentit vaativat kukin omat virtalähteet ja alueyhdistimet, linjayhdistimet tai linjavahvistimet. Taulukosta 1 selviää raja-arvot kaapelien pituuksille sekä laitteiden välisille etäisyyksille.

Etäisyys virtalähteen ja etäisimmän väylälaitteen välillä	max. 350 m
Etäisyys kahden väylälaitteen välillä	max. 700 m
Etäisyys kahden virtalähteen välillä	min. 200 m
Linjan pituus	max. 1 000 m

Taulukko 1. Etäisyyksien raja-arvot KNX-linjoissa.

Alueella voi olla 15 linjaa. Linjojen yhdistämiseen käytetään linjayhdistimiä, joista jokainen linja vaatii lisäksi oman virtalähteen. KNX-järjestelmässä alueita voi olla yhteensä 15, joissa jokaisessa voi olla 15 linjaa. Jokainen linja voidaan jakaa neljään linjasegmenttiin, joissa jokaisessa voi olla 64 toimilaitetta. Järjestelmässä voi siis olla yhteensä 58 000 toimilaitetta. (Piikkilä ym. 2006, 25–28.)

Kuvasta 1 nähdään kahdesta linjasta koostuvan alueen kaavio. Periaate pätee sellaisenaan isoimpiinkin kokonaisuuksiin. Alueella on oma virtalähteensä (SV/S 30.320.5), linjat on yhdistetty päälinjaan linjayhdistimillä (LK/S 4.1) ja kummassakin linjassa on oma virtalähteensä (SV/S 30.640.5).



Kuva 1. Linjajakokaavio (KNX-taloautomaatio 2012, 12).

3.3 Tiedonsiirto

3.3.1 Väyläkaapelointi siirtotienä

Väyläkaapelointi on yleisin siirtotie KNX-järjestelmissä. Kaapelin vaatimuksia ovat suojaus, kaksi parikierrettyä paria ja läpimitaltaan johtimen tulee olla 0,8 mm. Kaapelina voidaan käyttää esimerkiksi KLMA 4x0.8+0.8 -kaapelia. (ABB Oy:n www-sivut 2012.)

Väylän tiedonsiirtonopeus on 9 600 bittiä/s ja käytössä on CSMA/CA-varausmenetelmä (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance), joka lähettää aina ennen varsinaista dataa varaus-signaalin. Käskyt ja tiedot muodostavat sanomia, joilla tiedonsiirto väylässä on toteutettu. Sanoma koostuu 8-bittisestä merkijonosta sisältäen esimerkiksi lähde- ja kohdeosoitteet sekä tarkistus- ja valvontatiedot. Osoitteet mahdollistavat laitteiden löytymisen kohdeosoitteen avulla samasta linjasta, toisesta linjasta sekä monista linjoista, eli kohdeosoite voi viitata myös laiteryhmään. (Piikkilä ym. 2006, 29–30.)

Väylän jännite saadaan jännitelähteistä ja se on noin 29V. Nykyään jännite nostetaan yleisesti 30V:iin mahdollisten jännitteen alenemien takia. Virtalähteen kuristin toimii väyläsanomien vastuksena, jotta signaalit eivät vaimenisi. Virtalähde on standardin DIN EN 50090 mukainen. (Piikkilä ym. 2006, 33.)

Väyläkaapelista kytketään vain punainen ja musta johdin. Toista johdinparia (keltainen ja valkoinen) voidaan myös käyttää joko lisälinjana tai muihin tarkoituksiin.

Seuraavat asiat tulee huomioida, mikäli lisäparia käytetään:

- Ainoastaan pienjännite SELV/PELV käyttöön.
- Maksimissaan 2,5A tasavirta. Lisäksi tarvitaan ylivirtasuojaus ylikuormituksen ja oikosulun varalta.
- Toisen johdinparin tulee olla oma linjansa.
- Toisen johdinparin käyttötarkoitus on merkittävä selkeästi kaapelin molemmista päistä.

- Lisälinjana käytettäessä keltainen johdin on oltava + ja valkoinen -. (Piikkilä ym. 2006, 78.)

3.3.2 Radiotaajuus siirtotienä

KNX-järjestelmässä käytettäessä siirrossa RF-tekniikkaa taajuus on 868,30 MHz ja kantama on noin 100 metriä. Tiedonsiirtonopeus on 16 384 bittiä/s, tilat 1 ja 0 toteutetaan kantotaajuuden muutoksilla ja käytössä on Manchester-koodaus. Manchester-koodauksessa ykkösbitti esitetään laskevana tilamuunnoksena ja nollabitti nousevana.

Kantamaan vaikuttaa hyvin paljon seinien ja muiden rakenteiden määrä, rakenne ja vahvuus. Esimerkiksi jotkin metallilla vahvistetut seinät voivat estää radiosignaalien kulun melkein kokonaan tai ainakin heikentää niitä merkittävästi. Radiotietä käytettäessä laitteet voidaan sijoittaa mihin vain, kunhan ne sijaitsevat kantaman sisällä. Mikäli kantama ei riitä, sitä voidaan kasvattaa välivahvistimilla. Lähetetyt sanomat siirretään amplitudi-, taajuus- tai vaihemodulaationa kantoaallossa. Kellopulssin säädön mahdollistava Manchester-koodaus helpottaa lähettimien ja vastaanottimien synkronointia.

Sanomat sisältävät alussa ja lopussa sijaitsevat tiedot lähettimille ja vastaanottimille, joilla synkronointi mahdollistuu. Kahdesta tietojaksosta muodostuva sanoma sisältää ensimmäisessä jaksossa langattoman laitteen tilatietoja, esimerkiksi akun varaus, sekä tietoja verkosta. Varsinainen kohdelaitteelle tarkoitettu sanoma on toisessa datajaksossa. (Piikkilä ym. 2006, 41–44.)

3.3.3 Sähköverkko siirtotienä

Sähköverkkoa käytettäessä siirtotienä siitä käytetään nimeä Powerline KNX. Tätä siirtotietä käytettäessä järjestelmä ei tarvitse erillistä väyläkaapelointia, vaan sähköverkon vaihe- ja nollajohtimen kytkemisen. Sanomat siirtyvät yleisessä sähköverkossa suurtaajuussignaaleina. Sähköverkossa linjaan voidaan kytkeä 255 laitetta. Tätä ratkaisutapaa ei ole Suomessa käytössä ainakaan yleisesti. Tiedot siirretään suurtaa-

juussignaaleilla taajuusvälillä 95–125 kHz. Ykkösbittiiä vastaa taajuus 105,6 kHz ja nollabittiiä 115,2 kHz. Tiedonsiirtonopeus on 1 200 bittiiä/s. Sähköverkossa on myös käytössä väyläkaapeleissakin käytetty CSMA/CA-varausmenetelmä. Sanoman sisältö on myös samankaltainen kuin väyläkaapelin sanoma. Erona ovat vain sähköverkon tarvitsemat muunnokset kuten esimerkiksi tahdistus. Tahdistuksen tehtävänä on synkronoida lähetin ja vastaanotin. (Piikkilä ym. 2006, 35–38.)

4 KÄYTTÖSOVELLUTUKSET JA EDUT

Seuraavassa esitellään lyhyesti muutamia KNX-järjestelmän yleisiä käyttösovellutuksia ja etuja. Joiltain osin myös toteutettaessa tätä järjestelmää voitaisiin miettiä, pitäisikö järjestelmää hyödyntää enemmänkin esimerkiksi joillain esitetyillä tavoilla.

4.1 Valaistus

KNX-järjestelmää käytettäessä valaistuksen ohjaus voidaan toteuttaa monin tavoin. Valaistusryhmiä tai yksittäisiä valoja voidaan ohjata manuaalisesti KNX-painikkeilla, aikaohjatusti, liikkeestä tai etänä. Yhdistelemällä erilaisia ohjaus-, ja tilatietoja KNX-järjestelmässä voidaan toteuttaa erittäin monipuolisia valaistuksen ohjauksia. Esimerkiksi valoisuusanturi voi automaattisesti tarkkailla tilan valaistusta ja siitä riippuen sytyttää, sammuttaa tai himmentää tilan valaistusta. Tähän voidaan vielä yhdistää läsnäolotunnistimet. Näin KNX-järjestelmällä voidaan saada aikaan huomattavaa energiansäästöä jo pelkästään valaistuksen osalta. Toinen mahdollinen hyöty saavutetaan esimerkiksi murto- tai tulipalotilanteessa. Rikosilmoittimen tilatiedolla voidaan valot kytkeä päälle tunkeutujan pelotteeksi tai vaihtoehtoisesti helpottamaan tunkeutujan paikantamista. Palohälytyksestä voidaan sytyttää valot, jotta ihmiset löytävät helpommin pois tiloista. (Piikkilä ym. 2006, 15.)

4.2 Lämpötila

Vaikka tässä työssä lämpötilan mittauksella on tarkoituksena vain ja ainoastaan havaita tiloissa mahdolliset auki jääneet ikkunat, KNX-järjestelmä antaa mahdollisuuden myös erittäin tehokkaaseen lämpötilan säätöön. Järjestelmään voidaan kytkeä huonetermostaatti ja lämpöpatterin venttiilinohjain, jolloin huonelämpötilan noustessa asetetun raja-arvon yli järjestelmän on mahdollista sulkea venttiiliä ja vastaavasti

taas lämpötilan laskiessa avata sitä. Näin saavutetaan huomattavaa mukavuutta ja mikä tärkeintä energiansäästöä: Yhden asteen pudotus huonelämpötilassa säästää kuusi prosenttia lämmitysenergian kulutuksessa. (Piikkilä ym. 2006, 16.)

4.3 Turvallisuus

KNX-järjestelmä mahdollistaa helposti toteutettavia turvallisuustoimia. Esimerkiksi tiloista poistuttaessa voidaan painiketta painamalla turhat kuormat kytkeä pois päältä ja aktivoida samalla läsnäolosimulointi, joka satunnaisesti kytkee tai himmentää valoja. Liiketunnistimilla saadaan valoja syttymään tai aiheuttamaan hälytys paikallisesti sireenillä tai valoilla. Hälytys voidaan toteuttaa myös puhelimella tai internetin kautta. Nämä vaativat kyseisten kommunikointijärjestelmien asentamisen. (Piikkilä ym. 2006, 21.)

4.4 Multimedia

Multimediatoimintoja, kuten äänenvoimakkuuden säätöä eri tiloissa, ääni- tai videolähteiden vaihtoa, voidaan myös ohjata KNX:n avulla. Ohjaus voidaan toteuttaa järjestelmän painikkeilla, kosketusnäytöillä, infrapunalla tai jopa web-selaimella. (Piikkilä ym. 2006, 22.)

Valaistuksen ja multimedian ohjauksilla voidaan toteuttaa esimerkiksi kosketusnäytöllä esimääritellyt tilat. Tällainen ratkaisu voi olla esimerkiksi elokuvan katselu -tila, joka vähentää valaistusta, vaihtaa ohjelmalähteen ja säätää äänenvoimakkuutta. Lisää mahdollisuuksia saavutetaan vielä kytkemällä verho-ohjaimet valkokankaaseen ja pimennysverhoihin.

5 TEKNIikka RAUMAN YKSIKÖN KNX-JÄRJESTELMÄ

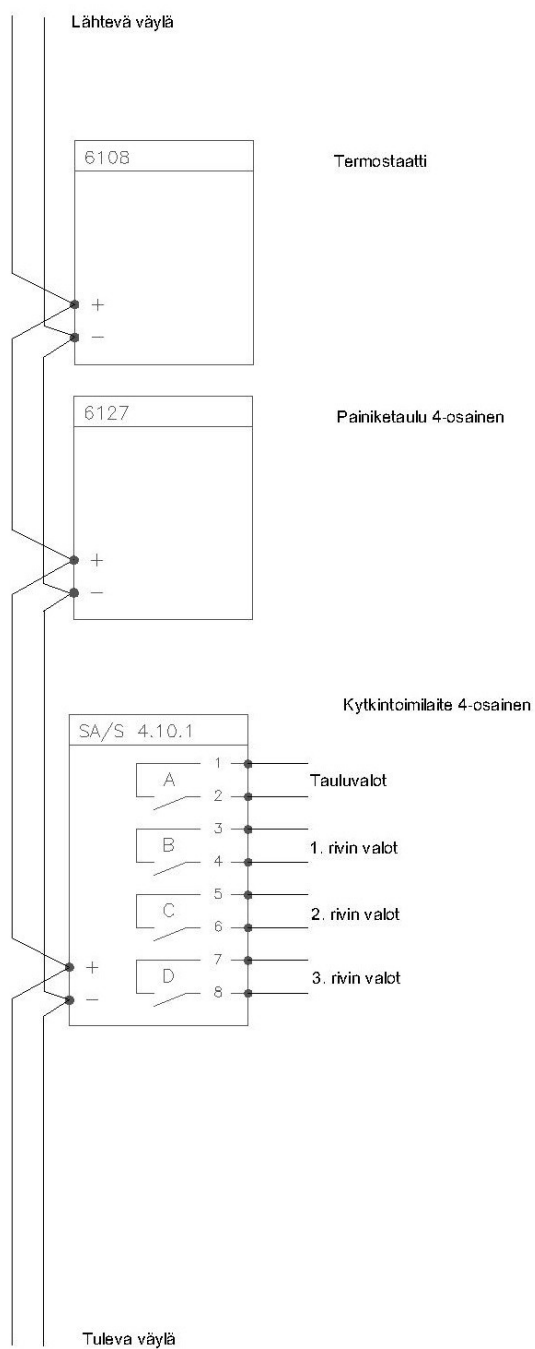
Lähtökohtana oli kartoittaa etäkäytön mahdollistava kiinteistönhallintajärjestelmä, jotta valaistusta voitaisiin valvoa ja ohjata etänä. Standardisoinnin, saatavuuden, yhteensopivuuden ja tämän ratkaisun tarpeiden täyttämisen vuoksi päädyttiin KNX-järjestelmään. Alun perin ajateltiin, että järjestelmä olisi toteutettu Powerline KNX:nä, mutta sitä ei Suomessa ole saatavana. Tämän jälkeen selvisi, että järjestelmän toteutus olisi mahdollista RF-tekniikalla, ellei lämpötilan mittausta olisi ollut myös vaatimuksena. RF-tekniikalla toteutettuna lämpötilan mittausta ei nimittäin ollut saatavilla.

Järjestelmän toteutussuunnitelman perustaksi valittiin parikaapelilla toteutettu niin sanottu perinteinen KNX-järjestelmä. Syyt, miksi ratkaisua etsittiin muista vaihtoehdoista kuin väyläkaapeloinnilla toteutetusta järjestelmästä, olivat kaapeloinnissa mahdollisesti eteen tulevat haasteet. Powerline KNX olisi ollut tämän suhteen helpoin ratkaisu. Mutta tulevaisuutta ja mahdollisia järjestelmän laajennuksia ajatellen parikaapelilla toteutettuna järjestelmää on vaivatonta laajentaa jo olemassa oleviin väyliin, kunhan toteutusvaiheessa otetaan huomioon se, että jokaiseen linjaan ja alueeseen jätetään laajennusvaraa.

5.1 Ratkaisuvaihtoehdot

Nykyinen kaapelointi on käytäviä lukuun ottamatta toteutettu perinteisesti eli valokatkaisin kytkee kuorman suoraan päälle. Huonetiloihin menee siis liian vähän sähkökaapeleita, jotta voitaisiin toteuttaa KNX-järjestelmissä yleisesti käytetty epäsuora kuormankytkeä niin, että kytkintoimilaitteet sijaitsisivat keskitetysti sähkökeskuksissa tai muissa laitetoissa. Tämä ei tietenkään ole este, vaan keskuksittoman järjestelmän mahdollisuus. Tästä johtuen vaihtoehtoja on kaksi. Samalla, kun tiloihin vedetään parikaapelit, vedetään myös lisää sähköjä. Tässä törmätään ongelmaan, joka

muodostuu siitä, että väyläkaapeli ketjutetaan tiloista toisiin, ja sähköverkon johdot on vedettävä sähkökeskuksilta. Tästä johtuen realistisempi toteutustapa olisi sijoittaa kytkinyksiköt jokaiseen tilaan erikseen. Tästä seuraa hienoinen kustannusten kasvu, mutta toisaalta saavutetaan toisistaan riippumattomat tilat. Eli mikäli yksi kytkintoimilaite rikkoontuu, se vaikuttaa vain kyseiseen tilaan. 12-kanavaisia keskitettyjä kytkintoimilaitteita käytettäessä olisi yhden kytkintoimilaitteen rikkoontuminen vaikuttanut kolmeen luokkahuoneeseen. Etuna tästä saadaan myös vian etsinnän ja tilan toimintojen uudelleen ohjelmoinnin helpottuminen, koska tiedetään, missä tilassa kyseinen kytkintoimilaite sijaitsee. Kytkintoimilaitteet vaativat tässä tapauksessa suojakseen kotelon, koska ne tulevat sijaitsemaan tiloissa, missä niihin on mahdollisuus päästä käsiksi. Laitteilla ei ole käytännön turvallisuusmerkitystä vaan kotelon tehtävänä on lähinnä suojata jännitteiset osat. Tästä johtuen kotelon ei tarvitse olla mitenkään erikoinen tai edes lukittava. Kuvasta 2 nähdään yhden luokan laitteiden periaatteellinen kytkentäkuva.

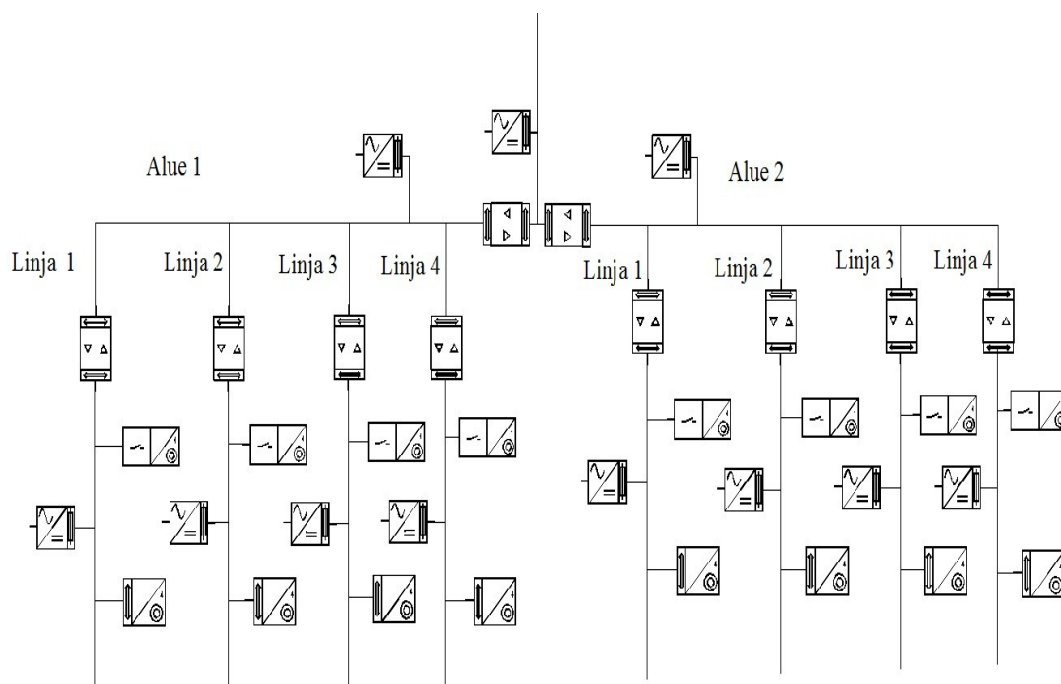


Kuva 2. Luokkahuoneen periaatteellinen kytkentä.

5.2 Toteutussuunnitelma

Toteutussuunnitelmassa lähdettiin siitä olettamuksesta, ettei mitään varmuutta järjestelmän toteutuslaajuudesta ole. Tästä johtuen suunnittelussa edettiin niin, että pyrittiin löytämään ratkaisu, jossa järjestelmän runko-, alue- ja linjajako pysyisivät muuttumattomina missä tahansa toteutuslaajuudessa ja sallisivat myös laajennukset mille tahansa alueelle tai linjalle. Tämä lisää kustannuksia, koska linja- ja alueyhdistimiä ja niiden vaatimia lisävirtalähteitä joudutaan hankkimaan. Hyötynä saadaan muun muassa lisävarmuutta järjestelmän toimintaan esimerkiksi galvaanisen erotuksen johdosta.

Kuvassa 3 nähdään järjestelmän pelkistetty lohkokaavio. Kaaviossa on esitetty, miten linjat ja alueet suunniteltiin toteutettavaksi. Laajempaa lohkokaaviota järjestelmästä ei tehty, koska toteutuslaajuus voi olla minkälainen tahansa. Linjojen komponentit ylhäältä alas ovat: linjayhdistin, kytkintoimilaite, virtalähde ja painike.



Kuva 3. Järjestelmän lohkokaavio.

Taulukosta 2 selviää toteutuksen alue- ja linjajako. Sulkuihin on merkitty linjaan tulevien laitteiden osoitteiden muodostuminen, jossa x on välillä 1–64. Toteutetaan järjestelmä sitten miten tahansa kannattaa jo aluksi tehdä linja- ja aluejako, koska muuten linjojen tai alueiden muuttuessa joudutaan kyseisten linjojen komponenttien osoitteet ohjelmoimaan uudestaan.

	Opetussiipi (alue 1)	Opettajasiipi (alue 2)
Kellarikerros	Linja 1 (1.1.x)	Linja 1 (2.1.x)
1. kerros	Linja 2 (1.2.x)	Linja 2 (2.2.x)
2. kerros	Linja 3 (1.3.x)	Linja 3 (2.3.x)
3. kerros	Linja 4 (1.4.x)	Linja 4 (2.4.x)

Taulukko 2. Alue- ja linjajako.

Taulukossa 3 on esitetty, miten paljon komponentteja (kytkintoimilaitteet, painikkeet sekä termostaatit) mihinkin osaan tulee, eli osoitetarve. Näiden lisäksi linjayhdistimet vievät yhden osoitteen linjasta. Tästä huolimatta jokaiseen linjaan jää vielä hyvin varaa tulevaisuuden mahdollisille laajennuksille.

	Opetussiipi	Opettajasiipi
Kellarikerros	25	9
1. kerros	27	45
2. kerros	26	19
3. kerros	25	15

Taulukko 3. Osoitetarpeet siipikohtaisesti.

Toteutussuunnitelmassa ajatuksena on, että kaikkien tilojen valaistuksien ohjaukset tapahtuvat vain kyseessä olevien tilojen painikkeilla sekä tarvittaessa etänä. Toteutussuunnitelmaa päätettäessä tulee harkita, lisätäänkö henkilökunnan yleisen poistumistien ovelle painike, josta pystytään kytkemään pois kaikkien tilojen valaistukset. Tämä olisi erityisen kätevä esimerkiksi silloin, kun tiedetään kaikkien tilojen jäävän tyhjiksi. Tällaisessa tilanteessa pystyisi kytkemään kaikki valaistukset pois päältä kerralla poistuttaessa tiloista.

5.3 Järjestelmän komponentit

Järjestelmän komponentit valittiin ABB:n tuoteluettelosta. Vastaavat tuotteet löytyvät myös muilta valmistajilta. KNX-järjestelmän standardisoinnista johtuen eri valmistajien tuotteita voidaan käyttää sekaisin. Kappaleessa 6 on kuvattu lisää KNX-komponentteja, joita ei tässä toteutuksessa käytetä, mutta ovat silti jopa tässä kohteessa huomioimisen arvoisia.

5.3.1 KNX-virtalähde 640 mA (SV/S30.640.5, 2815186)

KNX-virtalähdettä käytetään KNX-väylän virransyöttöön. Virtalähteessä on kaksi ulostuloa, joissa väyläjännite on 30VDC +/-2V. Toisen ulostulon käyttö vaatii lisäksi erillisen kuristimen. Ulostulovirta on yhteensä 640 mA. (KNX-taloautomaatio 2012, 42.)

Jakamalla ulostulovirran kymmenellä saadaan suurin komponenttien määrä, mitä virtalähteeseen voidaan kytkeä. Kaikki komponentit eivät kuluta niin paljon virtaa, mutta tätä tulee silti standardin mukaan noudattaa. Kuvassa 4 on KNX-virtalähde, jossa oikealla alhaalla sijaitsevat väyläliittimet (punainen ja musta) sekä toisen väylän liittimet (keltainen ja valkoinen). Vasemmalla ylhäällä näkyy puolestaan 230 VAC -syötön kytkentäpisteet.



Kuva 4. KNX-virtalähde (SLO Oy:n www-sivut 2012).

5.3.2 KNX-linjayhdistin (LK/S4.1, 2815147)

Linjayhdistimellä liitetään päälinja ja aluelinja tai päälinja ja linja toisiinsa. Sitä käytetään myös linjatoistimena, kun linjan pituus ylittää maksimipituuden. Linjayhdistin, alueyhdistin ja linjatoistin ovat kaikki identtisiä laitteita ja näiden toiminta määrittyy sijoituksesta väylässä ja ladatusta sovellusohjelmasta. Linjavahvistin reitittää kaikki sanomat, kun taas linja- ja alueyhdistimet välittävät sanomat kyseisille linjoille ja alueille. Vaikka jako linjoihin ja alueisiin tuo lisäkustannuksia, niin sillä saavutetaan huomattavia etuja. Tällainen etu on esimerkiksi lisääntynyt käyttöluotettavuus johtuen jokaisen linjan ja alueen omasta virtalähteestä ja galvaanisesta erotuksesta. Tämä tarkoittaa sitä, että yhden linjan vikaantuminen ei vaikuta muuhun järjestelmään, eikä liikenne linjoissa/alueissa myöskään kuormita muita linjoja/alueita. (Piikkilä ym. 2006, 28.)

Pitkiä matkoja varten on saatavilla optisia valokuidulla toimivia linjayhdistimiä, jotka mahdollistavat jopa 3.5 km etäisyyden. (KNX-taloautomaatio 2012, 43.) Kuvassa 5 nähdään linjayhdistin, jossa tulevan ja lähtevän väylän liittimet (punaiset ja mustat liittimet) sijaitsevat laitteen alaosassa.



Kuva 5. KNX-linjayhdistin (SLO Oy:n www-sivut 2012).

5.3.3 LAN-gateway (IPS/S2.1, 2815133)

LAN-gateway muuntaa KNX-väylän TCP/IP-verkkoon ja näin mahdollistaa etäkäytön ja täten myös kaikkien KNX-laitteiden ohjauksen ja lukemisen verkon yli. Mikäli etäkäytössä halutaan myös selainpohjainen visuaalinen näkymä, on hankittava LAN-gateway TCP/IP (6186-L, 3575391). (KNX-taloautomaatio 2012, 43.) Hintaa on melkein kymmenkertaisesti verrattuna versioon, jossa visualisointia ei ole. Ilman visualisointiakin kaikkia laitteita pystytään ohjaamaan ja lukemaan. On myös olemassa komponentti, jota voidaan käyttää linja- ja alueyhdistimenä TCP/IP-verkon yli.

Kuvassa 6 on LAN-gateway (ilman visualisointia), jossa oikealla alhaalla nähdään väylän kytkentään punainen ja musta liitin. Ylhäällä näkyy RJ-45-verkkoliitin. Komponentti vaatii väylän lisäksi myös erillisen syöttöjännitteen 10-30VDC (keltaiseen ja valkoiseen liitimeen).



Kuva 6. LAN-gateway (ABB Oy:n www-sivut 2012).

5.3.4 Kytkintoimilaite 4 x 10A (SA/S4.10.1, 2815167)

Kytkintoimilaitetta käytetään kytkemään kuormat päälle. Siihen voidaan ohjelmoida sytytys- ja sammutusviiveitä sekä esimerkiksi loogisia muuttujia. Releiden pakko-ohjaus on mahdollista tehdä jokaiselle kanavalle erikseen. Tällöin mikään käsky pai-

nikkeilta tai väylältä yleensäkään ei saa niitä muuttamaan tilaansa, ennen kun pakko-ohjaus on poistettu käytöstä. Sähkö- tai väyläkatkon jälkeiset tilat voidaan myös määrittää kanavakohtaisesti. Mikäli 10 ampeeria ei riitä, on olemassa 16 ampeerin versio. Kytkintoimilaitteita on saatavilla myös energianmittauksella varustettu malli. (KNX-taloautomaatio 2012, 56.) Kuvassa 7 on 4-kanavainen kytkintoimilaite, jossa yläosassa on neljä kanavaa kuvattuna sulkeutuvalla koskettimella, keskellä pakko-ohjauksen mahdollistavat kytkimet ja alaosassa väyläliitin.



Kuva 7. Kytkintoimilaite (SLO Oy:n www-sivut 2012).

5.3.5 Termostaatti (6108/03-500, 2815326)

Tässä termostaatissa ei ole mitään paikallista näyttöä eikä ohjausmahdollisuutta. Mikäli jossain vaiheessa järjestelmään liitetään myös lämmityksen ohjaus, näiden termostaattien ohjaus täytyy tehdä ohjelmallisesti tai esimerkiksi erikseen hankittavalta kosketusnäytöltä. (KNX-taloautomaatio 2012, 71.) Kuvassa 8 on esitetty pelkkä termostaattiyksikkö, joka vaatii lisäksi myös niin sanotun peitelevyn.

Termostaattien sijoittelussa tulisi huomioida, että termostaattia ei tule asentaa paikkaan, missä mittaustulos voi helposti muuttua muustakin syystä kuin ikkunan aukiolosta, eli sijoittamista ei tule tehdä lämmityspatterin lähelle, vetoisaan paikkaan, auringon valoon tai muiden lämmön- tai kylmänlähteiden lähetyville.



Kuva 8. Termostaatti (SLO Oy:n [www-sivut](http://www.slo.fi) 2012).

5.3.6 KNX-painiketaulu (6127/01-84-500, 2815358)

4-osainen painiketaulu (valokatkaisin) väyläliityntäyksiköllä ei tarvitse lisäksi mitään väylään kytkemiseksi. Jokaisessa painonapissa on tilan ilmaisevat kaksi väriä vaihtavaa lediä. (KNX-taloautomaatio 2012, 80.)

Luokkahuoneiden valaistuksen ohjauksiin soveltuvat 4-osaisten painikkeet, koska luokkahuoneiden valaistus on jaettu neljään osaan. Sellaisiin tiloihin, missä on korkeintaan kaksi valaistusryhmää, voidaan käyttää saman sarjan 2-osaista versiota (6126/01-84-500, 2815350). Kuvasta 9 nähdään väyläliitännäyksikkö sekä painiketaulu. Keskellä olevat kuvakkeet voidaan korvata omilla teksteillä tai kuvilla. Painiketaulu vaatii lisäksi myös peitelevyt.



Kuva 9. KNX-painiketaulu (SLO Oy:n www-sivut 2012).

5.3.7 USB-portti (USB/S1.1, 2815196)

USB-porttia käytetään paikalliseen ohjelmointiin PC:n ja ETS-ohjelman avulla (KNX-taloautomaatio 2012, 42). Kuvassa 10 on esitetty USB-portti, jossa ei ole muuta kuin väyläliittimet ja USB-liitin tietokoneen kytkentää varten.



Kuva 10. USB-portti (SLO Oy:n www-sivut 2012).

5.4 Komponenttitarpeet ja kustannukset

Alla olevissa taulukoissa on eriteltyä rakennuksen osakohtaiset komponenttitarpeet ja niiden tämän hetkiset arvonlisäverottomat listahinnat (SLO Oy:n www-sivut 2012).

Liitteessä 1 on esitetty kustannuslaskelma kokonaisuudessaan. Samalla Excel-pohjalla voidaan laskea lopullisen toteutuksen kustannukset ja siitä saadaan myös tarvittaessa helposti tehtyä tarjouspyyntökysely.

Komponentit on eritelty rakennuskohtaisesti, koska alkujaan pidettiin todennäköisempänä vaihtoehtoa, että toteutetaan pelkästään opetuskäyttöön tarkoitettut tilat. Taulukon 6 komponentit tarvitaan joka tapauksessa toteutettiin järjestelmä sitten missä laajuudessa tahansa. Taulukossa 4 on listattuna kaikki eri komponentit, jotka tarvitaan opetuskäyttöön tarkoitettuihin tiloihin sekä opetussiivessä sijaitseviin käytäviin. Opettajasiiven komponentit on eritelty taulukossa 5.

Komponenteista 320 mA virtalähteet on tarkoitettu alueiden virtalähteiksi, 640 mA virtalähteet vastaavasti linjojen virtalähteiksi. Linjoihin tulevien komponenttien määrä on maksimissaan 64. Tästä johtuen linjoihin käytetään virtalähteitä, jotka pystyvät tarpeen vaatiessa syöttämään virran koko linjalle. 320mA virtalähde riittää alueille, koska komponentteja ei voi tulla niin paljon, ettei sen virta riitä (32 laitetta).

Komponentti	Tyyppi/Sähkönumero	Hinta	Kpl	Kok. hinta
Painike 2-os.	2815350	178	14	2 492
Painike 4-os.	2815358	240	23	5 520
Termostaatti	2815326	250	34	8 500
Kytkeyksikkö 2-os.	2815167	314	14	4 396
Kytkeyksikkö 4-os.	2815170	373	23	8 579
Virtalähde 640 mA	2815186	495	4	1 980
Virtalähde 320 mA	2815185	347	1	347
Linjayhdistin	2815147	513	5	2 565
KOKONAISHINTA				34 379

Taulukko 4. Opetussiiven komponentit.

Komponentti	Tyyppi/Sähkönumero	Hinta	Kpl	Kok. hinta
Painike 2-os.	2815350	178	28	4 984
Painike 4-os.	2815358	240	2	480
Termostaatti	2815326	240	28	7 000
Kytkeyksikkö 2-os.	2815167	314	28	8 792
Kytkeyksikkö 4-os.	2815170	373	2	746
Virtalähde 640 mA	2815186	495	4	1 980
Virtalähde 320 mA	2815185	347	1	347
Linjayhdistin	2815147	513	5	2 565
KOKONAISHINTA				26 894

Taulukko 5. Opettajasiiven komponentit.

Komponentti	Tyyppi/Sähkönumero	Hinta	Kpl	Kok. hinta
USB-portti	2815196	335	1	335
TCP/IP-portti	2815133	335	1	335
Virtalähde 320 mA	2815185	347	1	347
ETS-ohjelma		900	1	900
KOKONAISHINTA				1 917

Taulukko 6. Yleiset komponentit.

6 KNX-JÄRJESTELMÄN KOMPONENTTEJA

KNX-järjestelmän komponenttien valmistajia on useita. Tässä työssä kaikki komponentit valittiin ABB:n valikoimista. Muita valmistajia/maahantuojaia ovat esimerkiksi seuraavat:

- Schneider Electric
- Gycom
- UTU Powel
- Wago
- DJS automation
- Merilux
- Somfy

(KNX Finland Ry:n [www-sivut](http://www.knx.fi) 2012.)

Valmistajien/maahantuojaisten määrästä voidaan päätellä, että KNX-järjestelmään on saatavilla paljon komponentteja erilaisiin käyttötarkoituksiin. Seuraavassa on kuvattu yleisellä tasolla joitain komponentteja, jotka voisivat tässäkin toteutuksessa tulla kyseeseen.

6.1 Binääritulo

Binääritulokomponentti on tarkoitettu perinteisten valokatkaisijoiden tai muiden potentiaalivapaiden koskettimien kanssa käytettäväksi. Näin voidaan ottaa vastaan muista järjestelmistä saatavia kärkeä tietoja. Tällöin esimerkiksi rikosilmoitinkeskukseen hälytystieto saisi valot syttymään tai sireenin soimaan. Binäärituloista on saatavilla ainakin 4- ja 8-kanavaisia.

6.2 Analogiatulot ja -lähdöt

Analogiatulot ja -lähdöt on tarkoitettu virta- tai jännitemittauksien/ohjauksien toteuttamiseen. Tätä mittausta voidaan käyttää kuten mitä tahansa kytkintietoa esimerkiksi suorittamaan jokin haluttu kuorman kytkentä. Näitä on saatavilla 2- ja 4-kanavaisina.

6.3 I/O-yksiköt

I/O-yksiköt on ohjelmoitavissa joko ulostuloiksi tai sisäänmenoiksi. Näitä voidaan myös käyttää esimerkiksi perinteisten valokatkaisimien tai muiden potentiaalivapaiden koskettimien liittämiseksi järjestelmään. Valittavana on 2-, 4-, 12- ja 32-kanavaiset versiot. (KNX-taloautomaatio 2012, 53.)

6.4 Valontunnistin

Valontunnistinta käytetään yleisimmin niin sanottuna normaalina hämäräkytkimenä.

6.5 Läsnaolo- ja liiketunnistin

Yleensä esimerkiksi automaattinen valaistuksen ohjaus perustuu tietoon siitä, että kyseisessä tilassa on joku. Läsnaolo- ja liiketunnistimilla tämä voidaan toteuttaa vaittomasti. Sitä voidaan käyttää myös huonelämpötilan ohjaukseen tai esimerkiksi turvallisuuteen liittyvään valaistuksen ohjaukseen. Näissä sovelluksissa, kuten muissakin, voidaan käyttää ohjelmoituja aikakytkentöjä eli esimerkiksi päivisin ne ovat pois käytöstä ja iltaiseen tai pimeään aikaan päällä, tai vaihtoehtoisesti päivisin valaistuksen ohjauksessa ja yöllä murtohälytyskäytössä. (KNX-taloautomaatio 2012, 68.)

6.6 Muita komponentteja

Muita huomionarvoisia komponentteja ovat esimerkiksi verhomoottoriohjaimet, säätimet, valonsäätimet, venttiiliohjaimet ja ohjauspaneelit. Verhomoottoriohjaimilla

verhot tai valkokankaat saadaan ohjattua. Sääasemilla saadaan mittaustiedot tuulesta, sateesta ja lämpötilasta. Valonsäätimillä taas voidaan säätää valojen kirkkautta ja venttiiliohjaimilla ohjata esimerkiksi lämmityspattereiden venttiilejä.

7 TOTEUTUS

Toteutus tulee aloittaa päättämällä toteutetaanko järjestelmä kaikkiin tiloihin, ope-
tuskäyttöön tarkoitettuihin tiloihin vai jossain muussa laajuudessa. Koska toteutus
tulee tapahtumaan eri aikaan kun suunnitelmat tehtiin, on mahdollista, että tarpeet
ovat muuttuneet paljonkin. KNX-järjestelmän joustavuus ja eri siirtoteiden käyttö
auttavat järjestelmän laajenuksessa myöhemmin, mikäli tarvetta tulee.

Niin sanottujen keskuslaitteiden lopullinen sijoituspaikka tulee myös päättää tässä
vaiheessa, jotta laitteet sijaitsisivat kaapeloinnin ja muutenkin järjestelmän kannalta
mahdollisimman keskeisellä paikalla. Näin vältetään turhan pitkiltä kaapelinedoilta,
mikä on tärkeää, koska kaapelipituudet ovat lähes ainoa järjestelmää rajoittava asia,
vaikkakaan rakennukseen ei tämän ratkaisun mukaista alue- ja linjajakoa käyttämällä
saada aikaan 1 000 metrin pituista linjaa.

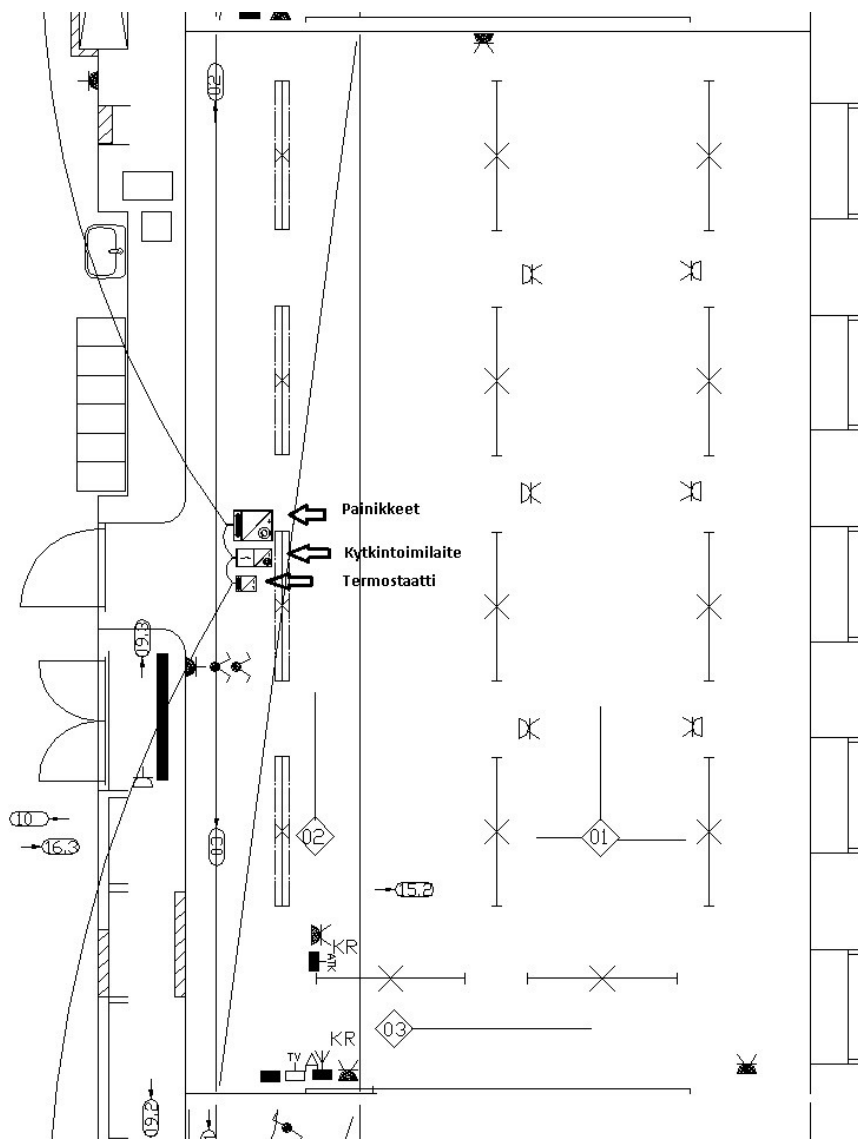
Toinen toteutuslaajuudesta riippuva asia on linjojen virtalähteiden sijoitus. Niiden
suurin sallittu etäisyys kauimpana olevaan laitteeseen on 300 metriä. Täten tulee
pyrkä sijoittamaan virtalähde mahdollisimman keskelle linjaa. Toinen virtalähteiden
sijoittelua rajoittava tekijä on kahden virtalähteen minimietäisyys, joka pitää olla 200
metriä.

Samalla, kun päätetään toteutuksen laajuus, tulee myös miettiä, miten järjestelmän
käyttöönotto halutaan toteuttaa. Se voidaan toteuttaa esimerkiksi kerros kerrallaan tai
tietyt tilat ensin. Samalla, kun vanhat perinteiset valokatkaisijat irrotetaan, ei valais-
tus tilassa enää toimi, ennen kuin se otetaan käyttöön KNX-järjestelmään.

7.1 Valmistelut

Toteutussuunnitelman selvittyä tulee päivittää pohjakuvat kaapeloinnin ja laitteiden osalta, mikäli siihen on tarvetta. Samalla kannattaa päättää myös komponenttien tulevat osoitteet ja merkitä ne kuviin.

Pohjakuvan esimerkki nähdään kuvassa 11. Kuva on huoneesta toisessa kerroksessa. Kuvassa on esitetty painike, kytkintoimilaite ja termostaatti. CAD-kuvat ovat liian isoja liitettäväksi tähän niin, että niistä saisi selvää. Tämän vuoksi kuva onkin osa koko kerroksen kattavasta kuvasta.



Kuva 11. Luokkahuone 2. kerroksen pohjakuvasta.

Kaapelointi tulee suorittaa suunnitelmien mukaan mahdollisimman varhaisessa vaiheessa. Seinärakenteet voivat olla erilaisia kuin oletettiin, ja tästä johtuen kaapelireittejä voidaan joutua muuttamaan, mikä taas voi vaikuttaa laitteiden sijoitteluun.

Käyttöönottosuunnitelmasta riippuen kaapeloidessa kannattaa väyläkaapeli jättää ehjäksi kaikista tiloista. Tämä mahdollistaa sen, ettei kaikkia väylässä olevia tiloja tarvitse saada käyttöön samanaikaisesti. Jatkossa on vain huomioitava, että jo käytössä olevaan väylään laitteita kytkettäessä väylä on kytkettävä toimimattomaksi.

Kaapeloinnin kanssa samaan aikaan voidaan aloittaa järjestelmän ja komponenttien ohjelmointi. Ohjelmointia suoritettaessa komponentteihin on hyvä merkitä selkeästi niiden osoitteet. Asennus helpottuu huomattavasti, kun kaikille komponenteille on jo oma paikkansa. Ohjelmoinnin suorittaminen etukäteen myös varmistaa lähes täysin sen, että komponentti on kunnossa, ainakin siten, että sen löytää väylästä osoitteen avulla. Näin vältetään viallisten komponenttien etsinnältä. Viimeistään ohjelmointivaiheessa tulisi täyttää liitteessä 2 nähtävä (tai vastaava) laiteluettelo, josta nähdään selvästi, missä tilassa komponentit ovat ja mitä laitteita ne ohjaavat.

7.2 Asennus

Kaapeloinnin ja komponenttien ohjelmoinnin jälkeen tulee seurata tarkasti päätettyä käyttöönottosuunnitelmaa, jotta osa tiloista ei jäisi pois käytöstä mahdollisten asennusten viivästymisien vuoksi. Kaikki kytkintoimilaitteet voidaan asentaa heti kaikkiin tiloihin ja kytkeä väylään. KNX:n kaapelointi mahdollistaa tähti-, puu- tai linjatyylisen kaapeloinnin, joten tilojen KNX-painikkeet ja termostaatit voidaan haaroittaa kytkintoimilaitteilta myöhemmässäkin vaiheessa. Tällä tavalla saavutetaan se, että ensin voidaan asentaa kaikki kytkintoimilaitteet ja testata niiden toiminta. Toisaalta tässä asennustavassa jokaisella kytkintoimilaitteella olisi käytävä vähintään kaksi kertaa; kytkintoimilaitteen asennusvaiheessa ja painikkeiden ja kuormien kytkentävaiheessa.

7.3 Testaus

Toteutus- ja käyttöönottosuunnitelmasta riippumatta järjestelmä on testattava, jotta voidaan olla varmoja, että kaikki toimii niin kuin pitääkin. Testaus tulee mahdollisuuksien mukaan toteuttaa osissa, eli tietyt tilat kerrallaan, ja mielellään sitä mukaa, kun asennukset on saatu siihen vaiheeseen, että kyseisiä tiloja otetaan käyttöön. Tällä tavalla huomataan mahdollisimman varhaisessa vaiheessa, mikäli jokin ei toimi niin kuin on suunniteltu, ja tämä taas mahdollistaa virheen etsinnän ennen kuin samaa virhettä toistetaan.

7.4 Ohjelmointi

Ennen ohjelmoinnin aloittamista on järjestelmäsuunnittelu oltava valmis, komponentit valittu ja halutut ohjaukset selvillä. Ohjelmointia ennen kannattaa myös ladata uusimmat komponenttitietokannat valmistajan internet-sivuilta.

Ohjelmointi suoritetaan ETS-ohjelmalla, jonka uusin versio on 4. Ohjelma toimii Windows-koneissa. KNX-järjestelmä ohjelmoidaan liittämällä tietokone joko USB-sovittimen kautta väylään tai vaihtoehtoisesti TCP/IP-verkon yli. (KNX Association [www](http://www.knx.org)-sivut 2012.)

ETS (Engineering Tool Software) on KNX-väyläjärjestelmän suunnittelu-, ohjelmointi- ja käyttöönotto työkalu. Sitä voidaan käyttää ohjelmointiin, ohjauksiin, valvontaan sekä vianetsintään. Komponenteissa olevan ohjelmointi-painikkeen painalluksella ennen ohjelmointia kerrotaan ETS-ohjelmalle, mitä laitetta ollaan ohjelmoimassa.

Kaikki komponentit yksilöidään omalla osoitteella. Osoite muodostuu kolmesta numerosta, esimerkkinä 1.3.5. Ensimmäinen luku kertoo alueen, toinen linjan ja kolmas komponentin. Tässä tapauksessa laite on alueella 1, linjassa 3 ja tämän linjan 5. laite.

KNX-standardissa vaaditaan kaikkien KNX-tuotteiden olevan ohjelmoitavissa ETS-työkalulla. Ohjelmoitavien tuotteiden tietokantojen on oltava sellaisia, että ne voidaan tuoda ETS-ohjelmaan. Tuotetietokannat löytyvät usein valmistajan kotisivuilta ja ovat sieltä helposti haettavissa.

7.5 Etäkäyttö

Etäkäyttö voidaan toteuttaa kahdella eri tavalla. Mikäli etäkäytössä halutaan selainpohjainen visuaalinen näkymä, tarkoitukseen soveltuu LAN-gateway TCP/IP (6186-L, 3575391). Tapauksessa, jossa visuaalinen etäkäyttö ei ole välttämätöntä, pärjätään LAN-gateway:llä (IPS/S2.1, 2815133). Kummallakin komponentilla pystytään etäkäytössä ohjaamaan, lukemaan ja ohjelmoimaan järjestelmää.

Kuvassa 12 nähdään esimerkki selainpohjaisen visualisoinnin näkymästä. Visualisointityylit ovat täysin itse muokattavissa ja niitä voidaan tehdä 2d-tyylisinä, 3d-tyylisinä tai jopa käyttämällä valokuvaa pohjana.



Kuva 12. Esimerkki selainpohjaisen visualisoinnin näkymästä (b.a.b-technologie GmbH:in www-sivut 2012).

7.6 Tietoturva

Etäkäytön tietoturva ei ole mitenkään kehittynyttä. Esimerkiksi LAN-gateway:tä käytettäessä ainoat vaatimukset ovat ETS-ohjelma, käyttäjätunnus ja salasana. Selainpohjainen liityntä ei vaadi lisäksi edes ETS-ohjelmaa vaan pelkkä käyttäjätunnus ja salasana riittävät. Tästä johtuen KNX-järjestelmä tulee laittaa omaan verkkoonsa, johon pääsee ulkopuolelta pelkästään vpn-tunnelia käyttäen.

8 YHTEENVETO JA PÄÄTELMÄT

Tavoitteena tässä insinöörityössä oli selvittää mahdollisuudet toteuttaa kiinteistönhallintajärjestelmä pääasiallisesti etäkäyttöön. Muutamia järjestelmiä tutkittaessa huomattiin, että KNX-järjestelmä on tähän tarpeeseen varsin hyvä vaihtoehto.

Aihe osoittautui erittäin mielenkiintoiseksi. Ennen päättötyön aloittamista pohjatietoa tästä järjestelmästä ei ollut ja lähdemateriaaliakin oli melko vähän saatavilla, etenkin suomenkielisenä. Tästä johtuen työssä oli paljon uuden oppimista ja asioita joutui pohtimaan paljon.

Vaikka etäkäyttö oli työssä tärkeässä roolissa, tässä työssä ei menty siihen kovin syvällisesti, koska järjestelmä itsessään oli tässä tapauksessa tärkeimmässä roolissa. Kaikki toimet, mitä tässä järjestelmässä pystytään paikallisesti tekemään, pystytään tekemään myös etänä.

Koska KNX-järjestelmä tulee todennäköisesti tulevaisuudessa vielä enenevässä määrin yleistymään, on tämä työ ollut erittäin hyödyllinen. Varmasti myös SAMK tulee hyötymään työn mukanaan tuomasta mahdollisuudesta, sillä mikäli tulevaisuudessa järjestetään KNX-kursseja, opetuksessa voidaan jossain määrin hyödyntää olemassa olevaa järjestelmää. Ehkä jopa tämän järjestelmän toteutukseen, ohjelmointiin ja dokumentointiin voitaisiin kehittää projektityö, jonka eri osa-alueista opiskelijat vastaisivat.

Työn alkutiedot eivät olleet yksiselitteisiä tai miltään osin tiettyyn ratkaisumalliin määriteltyjä. Tästä johtuen myöskään työn tulos ei näitä ole. Alkutietojen vähäisyys toi yllättävän paljon haasteita järjestelmää ja sen toteutusta mietittäessä. Mikäli olisi ollut selvemmin määritellyt rajat siitä, mitä halutaan toteuttaa ja mitä ei, olisi työ ollut paljon yksinkertaisempi tehdä. Tämä haasteellisuus oli silti erittäin positiivinen

asia, koska nyt oli pohdittava monen eri toteutustavan vaikutukset kokonaisuuteen. Järjestelmän tietyt osat tuli suunnitella niin, että toteutettiin järjestelmä miten laajasti tai suppeasti tahansa, kaikki ratkaisut tulisivat toimimaan. Myös järjestelmän laajentaminen tulevaisuudessa tuli ottaa huomioon.

Kaiken kaikkiaan tämä työ oli hyvin hieno ja haasteellinen ja varmasti tästä työstä tulee olemaan hyötyä järjestelmää toteutettaessa. Maailma muuttuu ja asiat sen mukana, mutta siitä huolimatta tätä työtä voidaan mahdollisesti käyttää pienin varauksin yleisenä pohjatietona minkä tahansa kiinteistön KNX-järjestelmän toteutuksessa.

LÄHTEET

ABB Oy:n www-sivut. Viitattu 21.3.2012. <http://www.asennustuotteet.fi>

b.a.b-technologie GmbH:n www-sivut. Viitattu 12.4.2012. <http://www.bab-tec.de>

KNX Association www-sivut. Viitattu 22.3.2012. <http://www.knx.org>

KNX Finland Ry:n www-sivut. Viitattu 12.4.2012. <http://www.knx.fi/>

KNX-taloautomaatio 2012. [2012]. Porvoo: ABB Oy. Viitattu 21.3.2012.
http://abb.smartpage.fi/fi/taloautomaatio_tuoteluettelo_2012/

Piikkilä V., Liukku H. & Parviainen K. 2006. Käsikirja asuntojen ja rakennusten ohjauksiin – KNX peruseräkkeet. 5. korjattu painos. ZVEI: Saksan sähköteknisen teollisuuden ja elektroniikkateollisuuden keskusjärjestö ry.

SLO Oy:n www-sivut. Viitattu 23.3.2012. <http://www.slo.fi>

LIITE 1

[illegible]

LIITE 2

[illegible]